



УКРАЇНА

(19) UA (11) 85672 (13) C2
(51) МПК (2009)
F16C 29/00

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІОПИС
ДО ПАТЕНТУ НА ВІНАХІД

(54) НАПРЯМНА СИСТЕМА

1

2

(21) а200509173

(22) 28.09.2005

(24) 25.02.2009

(46) 25.02.2009, Бюл.№ 4, 2009 р.

(72) КОСТЮК ОЛЕКСАНДР ІВАНОВИЧ, UA

(73) ІННОВАЦІЙНО-ПРОМИСЛОВЕ ТОВАРИСТВО
З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ "ІНПРОМ",
UA

(56) SU 311757, 19.08.1971

RU 2003129742, 10.04.2005

RU 94030346 A1, 20.08.1996

SU 193985, 13.03.1967

(57) 1. Напрямна система, що містить напрямну конструкцію, яка має першу та другу базові поверхні і щонайменше одну замикаючу поверхню, а також каретку, яка має раму, змонтовані на ній першу та другу групи напрямних елементів кочення чи ковзання, що пристосовані для обпирання відповідно на першу та другу базові поверхні напрямної конструкції, і засіб попереднього натягу, пристосований для створення зусиль попереднього натягу, які забезпечують притискання перших та других напрямних елементів кочення чи ковзання до відповідно першої та другої базових поверхонь напрямної конструкції, причому зазначений засіб попереднього натягу включає в себе щонайменше один притискний елемент кочення чи ковзання, пристосований для примусового обпирання на замикаючу поверхню напрямної конструкції за допомогою силового засобу, а друга група напрямних елементів кочення чи ковзання включає в себе два напрямних елементи кочення чи ковзання, які пристосовані для забезпечення обпирання каретки на другу базову поверхню у двох умовних опорних точках, які у напрямку вздовж напрямної конструкції розміщені на відстані одна від одної, яка відрізняється тим, що перша група напрямних елементів кочення чи ковзання включає в себе три напрямних елементи кочення чи ковзання, які пристосовані для забезпечення обпирання каретки на першу базову поверхню у трьох умовних опорних точках, які розміщені на відстані одна від одної, причому перші та другі притискні елементи кочення чи ковзання змонтовані на плаваючій рамі, переміщення якої відносно рами каретки, практично, виключені тільки у напрямку вздовж напрямної конструкції, а зазначений сило-

3. Напрямна система за будь-яким попереднім пунктом, яка відрізняється тим, що замикаюча поверхня розміщена під гострими кутами до першої та другої базових поверхонь.

4. Напрямна система за п. 2, яка відрізняється тим, що напрямна конструкція має першу та другу замикаючі поверхні, які розміщені у площинах, що паралельні відповідно першій та другій базовим поверхням, причому зазначений засіб попереднього натягу включає в себе щонайменше по одному першому та другому притискному елементу кочення чи ковзання, які пристосовані для примусового обпирання відповідно на першу та другу замикаючі поверхні за допомогою зазначеного силового засобу.

5. Напрямна система за будь-яким попереднім пунктом, яка відрізняється тим, що напрямна конструкція виконана у вигляді одного або двох, або трьох, або чотирьох поздовжніх елементів, на кожному з яких виконано щонайменше одну базову або замикаючу поверхню.

6. Напрямна система за п. 4, яка відрізняється тим, що напрямна конструкція виконана у вигляді одного елемента квадратного або прямокутного перерізу.

7. Напрямна система за п. 4, яка відрізняється тим, що засіб попереднього натягу включає в себе три перших притискних елементи кочення чи ковзання, які пристосовані для забезпечення обпирання каретки на першу замикаючу поверхню у трьох умовних опорних точках, які розміщені по вершинах другого трикутника.

8. Напрямна система за попереднім пунктом, яка відрізняється тим, що другий трикутник є дзеркальним відображенням першого трикутника.

9. Напрямна система за п. 7 або 8, яка відрізняється тим, що засіб попереднього натягу включає в себе два других притискних елементи кочення чи ковзання, які пристосовані для забезпечення обпирання каретки на другу замикаючу поверхню у двох умовних опорних точках, які у напрямку вздовж напрямної конструкції розміщені на відстані одна від одної, при цьому перші та другі притискні елементи кочення чи ковзання змонтовані на плаваючій рамі, переміщення якої відносно рами каретки, практично, виключені тільки у напрямку вздовж напрямної конструкції, а зазначений сило-

(13) C2

(11) 85672

(19) UA

вий засіб змонтований між рамою каретки та плаваючою рамою.

10. Напрямна система за попереднім пунктом, яка **відрізняється** тим, що плаваюча рама виконана Т-подібною та розташована паралельно першій замикаючій поверхні.

11. Напрямна система за попереднім пунктом, яка **відрізняється** тим, що перша та друга групи напрямних елементів кочення чи ковзання змонтовані на рамі каретки за допомогою проміжної рами, яка жорстко змонтована на рамі каретки, за формою виконана подібною до плаваючої рами та розташована паралельно першій базовій поверхні напрямної конструкції.

12. Напрямна система за будь-яким із пунктів 4-11, яка **відрізняється** тим, що зазначений силовий засіб включає в себе щонайменше один перший та щонайменше один другий силові елементи, пристосовані для створення зусилля у напрямках пе-

рпендикулярно відповідно першій та другій замикаючим поверхням.

13. Напрямна система за будь-яким із попередніх пунктів, яка **відрізняється** тим, що напрямний або притискний елемент кочення виконаний у вигляді ролика.

14. Напрямна система за будь-яким із попередніх пунктів 1-12, яка **відрізняється** тим, що напрямний або притискний елемент кочення виконаний у вигляді балансира з двома роликами або трьома роликами, розміщеними по вершинах трикутника, причому баланsir змонтований за допомогою відповідно циліндричного або сферичного шарніра.

15. Напрямна система за будь-яким із попередніх пунктів 1-12, яка **відрізняється** тим, що напрямний елемент ковзання виконаний у вигляді повзуна, який закріплений за допомогою сферичного шарніра.

Винахід відноситься до напрямних систем, які, наприклад, застосовуються у верстатах для обробки плит чи інших виробів з природного та штучного каменю або інших матеріалів, а також у будь-яких машинах, механізмах чи пристроях, де необхідно забезпечити плавне лінійне переміщення та достатньо точно позиціювання певного інструмента або іншого їх елемента.

Відома напрямна система верстату для розрізання виробів із керамічних матеріалів, що містить дві паралельні одна одній напрямні круглого перерізу, та каретку, яка має перші ролики призматичного профілю та другі циліндричні ролики, які встановлені на верхні поверхні напрямних [Авт.свід. СРСР №311757; МПК: В28D1/04, 7/04; опубл.19.08.1971]. Недоліком такої напрямної системи є, що вона є односторонньою (тобто такою, що забезпечує сприймання тільки зусиль, які притискають ролики до напрямних) і не придатною у випадку, коли при роботі верстату виникають зусилля, які спричиняють відрив (підняття) роликів від поверхні напрямних. По-друге, напрямні круглого перерізу мають недостатню жорсткість та міцність для сприйняття великих робочих навантажень порівняно із коробчастими, двотавровими чи іншими профілями.

Відомі двосторонні (тобто такі, що забезпечують сприймання зусиль, які притискають ролики до напрямних та зусиль які спричиняють відрив роликів від поверхні напрямних) напрямні системи першого типу. Для них характерно те, що усі ролики каретки є напрямними і змонтовані на осях, які жорстко закріплені на рамі каретки. Наприклад, відома двостороння напрямна система верстату для розпилювання каменю містить паралельні одна одній напрямні круглого перерізу, та каретку, яка має верхню та нижню пару напрямних роликів призматичного профілю для кожної напрямної, які обпираються на відповідно верхню та нижню поверхні напрямної, та засоби для регулювання зазорів між роликами та поверхнею напрямної, що виконані у вигляді ексцентричних осей роликів

[Авт. свід. СРСР №193985; МПК: В28D; опубл.13.03.1967]. Специфічним недоліком даної напрямної системи є те, що, навіть, при дотриманні жорстких вимог до забезпечення невеликих відхилень розмірів поперечного перерізу напрямної вздовж неї, невеликих відхилень відстані між напрямними та невеликих відхилень від прямолінійності та паралельності напрямних практично неможливо забезпечити переміщення каретки без люфтів. Крім того, процес регулювання зазорів між роликами та поверхнею напрямної є досить складним.

Іншим прикладом напрямної системи першого типу є відома двостороння напрямна система пристрою для фрезерування виробів із ніздрюватого бетону, що має напрямну прямокутного перерізу, висота якого набагато більша за його ширину, та каретку яка має верхню та нижню групи напрямних роликів, які обпираються на відповідно верхню та нижню поверхні напрямної, та засоби для регулювання зазорів між роликами та поверхнями напрямної, що виконані у вигляді ексцентричних осей частини роликів. Причому, верхня або нижня група роликів має першу пару роликів, які мають горизонтальні осі обертання, рознесені один відносно іншого вздовж напрямної, розташовані по середині напрямної та пристосовані для обпирання на відповідно верхню або нижню поверхню напрямної, та другу пару роликів, які мають вертикальні осі обертання, розташовані один відносно іншого з протилежних боків напрямної та пристосовані для обпирання на відповідні бічні поверхні напрямної [Авт.свід. СРСР №425810; МПК: В28D1/18; опубл.30.04.1974]. Ця напрямна система також не забезпечує переміщення каретки без люфтів, навіть при досить високій точності геометричних розмірів та форми напрямної та системи в цілому. Крім того, процес регулювання зазорів між роликами та поверхнями напрямної є досить складним.

Відомі двосторонні напрямні системи другого типу, у яких осі напрямних роликів каретки, що пристосовані для кочення по базових поверхнях

напрямної, змонтовані на рамі каретки жорстко. При цьому каретка має засіб для створення зусиль попереднього натягу, які забезпечують притискання напрямних роликів до базових поверхонь напрямної. Цей засіб попереднього натягу має притискні ролики, що пристосовані для кочення по замикаючих поверхнях напрямної. При цьому вісі притискних роликів встановлені з можливістю переміщення відносно рами каретки, а зазначений засіб попереднього натягу має пружини для притискання зазначених притискних роликів до замикаючих поверхонь напрямної, так, щоб забезпечити притискання напрямних роликів до базових поверхонь зусиллями попереднього натягу [Патент RU №2082028, МПК⁶: F16C29/04, опубл.20.06.1997; заявка RU №94030346, МПК⁶: F16C29/04, опубл.20.08.1996].

Найбільш близькою є відома двостороння напрямна система за вказаною вище заявою RU №94030346, яка містить напрямну трикутного перерізу та каретку, що має дві групи напрямних роликів, які обпираються на дві суміжні розташовані під кутом 60° базові поверхні напрямної. Осі напрямних роликів жорстко закріплені на рамі каретки, яка має засіб попереднього натягу. Цей засіб включає в себе притискний ролик, що обпирається на третю поверхню напрямної, яка є замикаючою. Вісь притискного ролика змонтована з можливістю переміщення відносно рами каретки, а засіб попереднього натягу має силовий засіб у вигляді пружини, пристосованої для притискання другого ролика до замикаючої поверхні напрямної. Недоліком даної напрямної системи є те, що вона не пристосована для сприйняття значного по величині крутного моменту, який намагається повернути каретку навколо поздовжньої осі напрямної.

Задача винаходу полягає в удосконаленні напрямної системи з метою забезпечення сприйняття достатньо великого крутного моменту, який намагається повернути каретку навколо поздовжньої осі напрямної конструкції, з одночасним забезпеченням плавного переміщення каретки без люфтів при помірних вимогах до точності геометричних розмірів та форми напрямної та системи в цілому, а також спрощення регулювання напрямної системи.

Зазначена задача вирішена тим, що у напрямній системі, що містить напрямну конструкцію, яка має першу та другу базові поверхні і, щонайменше, одну замикаючу поверхню, а також каретку, яка має раму, змонтовані на ній першу та другу групи напрямних елементів кочення чи ковзання, що пристосовані для обпирання відповідно на першу та другу базові поверхні напрямної конструкції, і засіб попереднього натягу, пристосований для створення зусиль попереднього натягу, які забезпечують притискання перших та других напрямних елементів кочення чи ковзання до відповідно першої та другої базових поверхонь напрямної конструкції, причому зазначений засіб попереднього натягу включає в себе, щонайменше, один притискний елемент кочення чи ковзання, пристосований для примусового обпирання на замикаючу поверхню напрямної конструкції за допомогою силового засобу, а друга група напрямних елементів кочення чи ковзання включає в себе два напрямних

елементи кочення чи ковзання, які пристосовані для забезпечення обпирання каретки на другу базову поверхню у двох умовних опорних точках, які у напрямку вздовж напрямної конструкції розміщені на відстані одна від одної, відповідно до винаходу перша група напрямних елементів кочення чи ковзання включає в себе три напрямних елементи кочення чи ковзання, які пристосовані для забезпечення обпирання каретки на першу базову поверхню у трьох умовних опорних точках, які розміщені по вершинам першого трикутника.

Завдяки цьому забезпечується гарантоване постійне обпирання усіх п'яти напрямних елементів кочення чи ковзання на базові поверхні напрямної конструкції з відносно постійними регульованими зусиллями, які практично не залежать від наявності певних відхилень форми та розмірі напрямної конструкції. І, як наслідок, безлюфтове плавне переміщення каретки та повне виключення її заклинювання. Внаслідок обпирання каретки на першу базову поверхню у трьох умовних опорних точках, які розміщені по вершинам першого трикутника забезпечується сприйняття достатньо великого крутного моменту, який намагається повернути каретку навколо поздовжньої осі напрямної конструкції.

Зазначені вище позитивні технічні та технологічні властивості напрямної системи, у набутті яких полягає технічний результат винаходу, реалізуються, посилюються чи доповнюються іншими позитивними властивостями у конкретних виконаннях напрямної системи, які очевидні для спеціаліста із врахування відомостей, що наведені у прикладах здійснення винаходу, та можуть характеризуватися наступним.

Перша та друга базові поверхні розміщені одна до одної під кутом 90 кутових градусів.

Замикаюча поверхня розміщена під гострими кутами до першої та другої базових поверхонь.

Напрямна конструкція має першу та другу замикаючі поверхні, які розміщені у площинах, що паралельні відповідно першій та другій базовим поверхням, причому зазначений засіб попереднього натягу включає в себе, щонайменше, по одному першому та другому притискному елементу кочення чи ковзання, які пристосовані для примусового обпирання відповідно на першу та другу замикаючі поверхні за допомогою зазначеного силового засобу.

Напрямна конструкція виконана у вигляді одного, двох, трьох чи чотирьох поздовжніх елементів, на кожному з яких виконано, щонайменше, одну базову або замикаючу поверхню.

Напрямна конструкція виконана у вигляді одного елементу квадратного або прямокутного перерізу.

Засіб попереднього натягу включає в себе три перших притискних елементи кочення чи ковзання, які пристосовані для забезпечення обпирання каретки на першу замикаючу поверхню у трьох умовних опорних точках, які розміщені по вершинам другого трикутника.

Другий трикутник є дзеркальним відображенням першого трикутника.

Засіб попереднього натягу включає в себе два других притискних елементи кочення чи ковзання,

які пристосовані для забезпечення обпирання каретки на другу замикаючу поверхню у двох умовних опорних точках, які у напрямку вздовж напрямної конструкції розміщені на відстані одна від одної, при цьому перші та другі притискні елементи кочення чи ковзання змонтовані на плаваючій рамі, переміщення якої відносно рами каретки, практично, виключенні тільки у напрямку вздовж напрямної конструкції, а зазначений силовий засіб змонтований між рамою каретки та плаваючою рамою.

Плаваюча рама виконана Т-подібною та розташована паралельно першій замикаючій поверхні.

Перша та друга групи напрямних елементів кочення чи ковзання змонтовані на рамі каретки за допомогою проміжної рами, яка жорстко змонтована на рамі каретки, за формою виконана подібною до плаваючої рами та розташована паралельно першій базовій поверхні напрямної конструкції.

Зазначений силовий засіб включає в себе, щонайменше, один перший та, щонайменше, один другий силові елементи, пристосовані для створення зусилля у напрямках перпендикулярно відповідно першій та другій замикаючим поверхням.

Напрямний або притискний елемент кочення виконаний у вигляді ролика.

Напрямний або притискний елемент кочення виконаний у вигляді балансиру з двома роликами або трьома роликами розміщеними по вершинах трикутника, причому баланsir змонтований за допомогою відповідно циліндричного або сферичного шарніру.

Напрямний елемент ковзання виконаний у вигляді повзуна, який закріплений за допомогою сферичного шарніру.

Винахід пояснений кресленнями, на яких: на Фіг.1 представлений, наприклад, каменеобробний верстат, із напрямною системою за цим винаходом, вид збоку; на Фіг.2 - розріз А-А на Фіг.1; на Фіг.3 - розріз Б-Б на Фіг.2; на Фіг.4-7 - схеми варіантів виконання напрямної системи; на Фіг.8-9 - схеми варіантів виконання прямого або притискного елемента кочення; на Фіг.10 - схема виконання прямого або притискного елемента ковзання.

Напрямна система за цим винаходом, наприклад, для каменеобробного верстату за Фіг.1, має напрямну конструкцію 1, виконану у першому варіанті виконання напрямної системи за Фіг.2, 3 у вигляді, наприклад, порожнистої напрямної балки 2 квадратного або прямокутного поперечного перерізу закріпленої на станині 3 верстату, та каретки 4, яка змонтована на зазначеній напрямній балці 2 з можливістю переміщення вздовж неї у напрямку, що позначений стрілкою 5.

Балка 2 має першу 6 та другу 7 базові поверхні, що розміщені у площинах, які одна до одної розміщені під кутом 90 кутових градусів, а також першу 8 та другу 9 замикаючі поверхні, які розміщені у площинах, що паралельні відповідно першій 6 та другій 7 базовим поверхням.

Каретка 4 має першу та другу групи напрямних елементів, наприклад, кочення, виконаних у вигляді роликів. Перша група напрямних роликів

включає в себе три перших напрямних ролики 10, які пристосовані для забезпечення обпирання каретки 4 на першу базову поверхню 6 у трьох умовних опорних точках "а", "b", "с", що розміщені по вершинах першого трикутника "abc". Друга група напрямних роликів включає в себе два других напрямних ролики 11, які пристосовані для забезпечення обпирання каретки 4 на другу базову поверхню 7 у двох умовних опорних точках "d", "е", які у напрямку 5 вздовж напрямної балки розміщені на відстані L_{de} одна від одної. Необхідно підкреслити, що у разі виконання напрямних елементів кочення у вигляді роликів 10, 11 зазначені умовні опорні точки "а", "b", "с", "d", "е", які визначають опорні контури каретки 4 на базові поверхні 6, 7 (трикутник "abc" та відрізок прямої L_{de}) є геометричними центрами площадок контакту напрямних роликів 10, 11 із базовими поверхнями 6, 7 і точками прикладення зусиль попереднього натягу R_a , R_b , R_c , R_d та R_e .

Консольні вісі 12 перших 10 та других 11 напрямних роликів жорстко закріплені на проміжній рамі 13, яка розташована паралельно першій базовій поверхні 6 напрямної балки 2 та жорстко закріплена на рамі 14 каретки 4.

Каретка 4 має також засіб попереднього натягу 15, пристосований для створення зусиль попереднього натягу R_a , R_b , R_c , R_d та R_e , які забезпечують притискання перших 10 та других 11 напрямних роликів до відповідних базових поверхонь 6, 7 напрямної балки 2. Засіб попереднього натягу 15 включає в себе три перші 16 та два другі 17 притискні елементи, наприклад, кочення, виконані у вигляді відповідно перших 16 та других 17 роликів. Перші притискні ролики 16 пристосовані для забезпечення обпирання каретки 4 на першу замикаючу поверхню 8 у трьох умовних опорних точках "а₁", "b₁", "с₁", що розміщені по вершинах другого трикутника "a₁b₁c₁". Причому другий трикутник "a₁b₁c₁" є дзеркальним відображенням першого трикутника "abc". Другі притискні ролики 17 пристосовані для забезпечення обпирання каретки 4 на другу замикаючу поверхню 9 у двох умовних опорних точках "d₁", "e₁" які у напрямку 5 вздовж напрямної балки 2 розміщені на відстані L_{d1e1} одна від одної. Консольні вісі 18 перших 16 та других 17 притискних роликів жорстко змонтовані на плаваючій рамі 19, переміщення якої відносно рами 14 каретки 4 за допомогою, наприклад, упорів 20, практично, виключено тільки у напрямку 5 вздовж напрямної балки 2. Плаваюча рама 19 виконана Т-подібною та розташована паралельно першій замикаючій поверхні 8. Причому, плаваюча рама 19 та проміжна рама 13 виконані подібними одна одній за формою та розмірами.

Засіб попереднього натягу 15 включає в себе також силовий засіб 21 для притискання перших 16 та других 17 притискних роликів до відповідних замикаючих поверхонь 8, 9. Силовий засіб змонтований між рамою 14 каретки 4 та плаваючою рамою 19 і включає в себе, щонайменше, по одному першому 22 та другому 23 силовому елементу, які пристосовані для створення зусиль у напрямках перпендикулярно відповідно першій 8 та другій 9 замикаючим поверхням. Кількість силових елементів 22, 23 неістотна, важливим є тільки ве-

личина та положення відповідних сумарних зусиль Y , X . Силові елементи 22, 23 можуть бути виконані пневматичного, гідравлічного або, як це показано на кресленнях, пружинного типу. Величина зусилля кожного пружинного силового елемента 22, 23 може бути відрегульована за допомогою гвинта 24.

Можливі інші варіанти виконання напрямної системи за цим винаходом. Наприклад, другий варіант за Фіг.4 від першого варіанту за Фіг.2-3 відрізняється тим, що напрямна конструкція 1 виконана у вигляді порожнистої напрямної балки 25 трапецієвидного поперечного перерізу, яка має тільки одну замикаючу поверхню 26, що розміщена під гострими кутами до першої 6 та другої 7 базових поверхонь. Три перших 10 та два других 11 напрямних роликів, розміщені аналогічно тому, як це описано для першого варіанту за Фіг.2-3, але вони можуть бути змонтовані безпосередньо на рамі 27 каретки 4 без використання проміжної рами 13. Засіб попереднього натягу 15 включає в себе один притискний елемент кочення 28, який виконаний у вигляді одного ролика 28 або групи притискних роликів, змонтованих на плаваючій рамі 29. Засіб попереднього натягу 15 включає в себе також силовий засіб 21 для притискання одного або декількох притискних роликів до замикаючої поверхні 26. Силовий засіб змонтований між рамою 27 каретки 4 та плаваючою рамою 29 і виконаний у вигляді одного силового елемента, який за конструкцією ідентичний силовому елементу 22 чи 23 і пристосований для створення зусилля у напрямку перпендикулярно замикаючій поверхні 26. Положення замикаючої поверхні 26 та притискного елемента кочення 28 вибирають такими, щоб забезпечити необхідні співвідношення між величинами зусиль попереднього натягу R_a , R_b , R_c , R_d та R_e .

Третій варіант за Фіг.5 від другого варіанту за Фіг.4 відрізняється тільки конструктивним виконанням напрямної конструкції 1, яка виконана із трьох поздовжніх трубчастих елементів 30, 31 та 32, які у поперечному перерізі розміщені по вершинах трикутника і можуть бути зв'язані між собою поперечними елементами 33, 34 та 35 з утворенням трьохгранної решітчастої металокопструкції. Очевидно, що така металокопструкція може бути замінена порожнистою трьохгранною призматичною металокопструкцією. Перша базова поверхня 6 представляє із себе дві бігові доріжки для трьох перших напрямних роликів 10, які виконані на нижніх поздовжніх елементах 30, 31, наприклад, шляхом механічної обробки їх зовнішніх поверхонь. Друга базова поверхня 7 представляє із себе одну бігову доріжку для двох других напрямних роликів 10, яка виконана на лівому нижньому поздовжньому елементі 30 наприклад, також шляхом механічної обробки. Замикаюча поверхню 26 представляє із себе одну бігову доріжку для притискного елемента кочення 28, яка виконана на верхньому поздовжньому елементі 32 без будь-якої механічної обробки, оскільки точність її форми не впливає на точність позиціонування каретки 4.

Четвертий варіант за Фіг.6 характеризується тим, що напрямна конструкція 1 виконана із чотирьох поздовжніх трубчастих елементів 36, які у

поперечному перерізі розміщені по вершинам квадрата чи іншого прямокутника і можуть бути зв'язані між собою поперечними елементами 37 з утворенням чотирьохгранної решітчастої металокопструкції. Очевидно, що така металокопструкція може бути замінена порожнистою трьохгранною призматичною металокопструкцією, наприклад, напрямною балкою 2 (Фіг.2) або напрямною конструкцією 1, виконаною із двох прокатних швелерів 38 (Фіг.7). У четвертому та п'ятому варіантах напрямної системи за Фіг.6 та 7 засіб попереднього натягу 15 виконаний так, як це описано для першого варіанту за Фіг.2-3.

У будь-якому із описаних вище варіантів виконання напрямної системи будь-який напрямний або притискний елемент кочення (10, 11, 16, 17, 28) може бути виконаний у вигляді балансиру 39 з двома роликами 40 або у вигляді балансиру 41 із трьома роликами 40 розміщеними по вершинах трикутника "fgh". Причому баланsir 39 змонтований за допомогою циліндричного шарніру 42, а баланsir 41 - сферичного шарніру 43 або іншого шарніру, який забезпечує можливість повороту навколо двох взаємно перпендикулярних геометричних осей. Конструктивні осі циліндричного 42 та сферичного 43 шарнірів закріплюють аналогічно осям 12, 18 напрямних та притискних роликів 10, 11, 16, 17, 28 (Фіг.2, 3). Очевидно, що баланsir 41 із трьома роликами 40 може бути замінений елементом ковзання у вигляді повзуна 44, який монтують аналогічним чином за допомогою сферичного шарніру 43. Необхідно підкреслити, що у разі виконання напрямних елементів кочення у вигляді баланsirів 39, 41 або у разі виконання напрямних елементів ковзання у вигляді повзунів зазначені умовні опорні точки "a", "b", "c", "d", "e", які визначають опорні контури каретки 4 на базові поверхні 6, 7 (трикутник "abc" та відрізок прямої L_{de}) є геометричними центрами зазначених шарнірів 42, 43, тобто точками прикладення зусиль попереднього натягу R_a , R_b , R_c , R_d та R_e .

Напряму систему застосовують, наприклад, у каменеобробному верстаті (Фіг.1) наступним чином.

Оброблювальний матеріал розміщується на столі 45, інструмент 46, яким проводиться обробка, установлюється у шпindelній головці верстата. При переміщенні каретки 4 зі шпindelною головкою вздовж напрямної конструкції 1, 2, 25 інструмент 46 стикається з матеріалом та обробляє його.

Висока точність обробки матеріалу забезпечується за рахунок безлюфтового переміщення каретки 4 по напрямній конструкції 1, 2, 25. Безлюфтове переміщення каретки 4 забезпечується за рахунок гарантованого постійного обпирання усіх п'яти напрямних роликів 10, 11, 40 або повзунів 44 на базові поверхні 6, 7 напрямної конструкції 1, 2, 25 за умови, що величина кожного із робочих зусиль Q_a , Q_b , Q_c , Q_d та Q_e , які спрямовані протилежно відповідним зусиллям попереднього натягу R_a , R_b , R_c , R_d та R_e , буде меншою величини відповідного зусилля попереднього натягу. Причому виключається можливість заклинювання каретки 4 на напрямній конструкції та забезпечується плавність переміщення каретки, навіть при наявності

певних неточностей форми та розмірів напрямної конструкції.

Напрямна система здатна сприймати достатньо великий за величиною крутий момент $M_{кр}$, який намагається повернути каретку 4 навколо поздовжньої вісі 47 напрямної конструкції 1, 2, 25 та виникає внаслідок розташування інструменту 46 збоку від поздовжньої вісі 47 напрямної конструкції. Величина максимального допустимого крутного моменту $M_{кр}^{max}$ визначається із системи математичних виразів

$$M_{кр}^{max} \leq h_c \cdot R_c, \text{ та } M_{кр}^{max} \leq h_c \cdot (R_a + R_b), \text{ де}$$

h_c - висота трикутника "abc" опущена із його вершини "c" на його протилежну сторону "ab";

R_a, R_b, R_c - зусилля попереднього натягу, що прикладені у відповідних умовних опорних точках (вершинах трикутника "abc") "a", "b", "c".

Величину зусиль попереднього натягу R_a, R_b, R_c, R_d та R_e та співвідношення між цими зусиллями регулюють за допомогою гвинтів 24, змінюючи необхідним чином величину сумарних зусиль Y, X (Фіг.2) відповідно до робочих зусиль Q_a, Q_b, Q_c, Q_d, Q_e .



